

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-242330

(43)Date of publication of application : 02.09.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/10

G02B 6/32

(21)Application number : 05-028835

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 18.02.1993

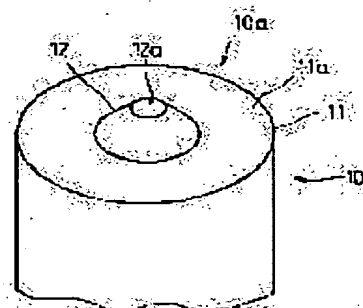
(72)Inventor : YAMANE MOTOHIRO  
TAGA YOSHIHARU

## (54) QUARTZ GROUP OPTICAL FIBER WITH LENS AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a quartz group optical fiber with a lens which can be easily manufactured by directly forming a truncated cone-like lens on its end face and its manufacturing method.

CONSTITUTION: The quartz group optical fiber with the lens has a lens part constituted of projecting at least a truncated cone-like core 12 and manufactured by dipping the end face part of the quartz group optical fiber consisting of the core and a clad having a composition in which an etching speed at the time of using a hydrofluoric acid solution is larger than that of the core into the hydrofluoric acid solution and projecting at least the truncated cone-like core 12 on the end face of the fiber.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.10.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The quartz system optical fiber with a lens characterized by having the lens section from which the core of a truncated-cone configuration projects and changes to an end face at least.

[Claim 2] The manufacture approach of the quartz system optical fiber with a lens characterized by immersing the edge surface part of the silica glass fiber which consists of the clad of the presentation with the larger etch rate when using a fluoric acid solution than a core and said core in a fluoric acid solution, and making the core of a truncated-cone configuration project at least to the end face of said silica glass fiber.

[Claim 3] The manufacture approach of the quartz system optical fiber with a lens of claim 2 that said core dopes a germanium component to pure quartz glass, and grows into it, and said fluoric acid solution consists of the mixed water solution of fluoric acid and ammonium fluoride.

[Claim 4] The manufacture approach of the quartz system optical fiber with a lens of claim 2 containing the element with which said clad enlarges the etch rate by fluoric acid.

[Claim 5] The manufacture approach of the quartz system optical fiber with a lens of claim 4 that said element is a fluorine or/and Lynn.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the quartz system optical fiber with a lens and its manufacture approach of new structure.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the light emitting device module built into an optical transmission system is constituted by inserting the lens which condenses the laser beam to the core of a silica glass fiber between the semiconductor laser and silica glass fibers which are the light source.

Since it is required to make high joint effectiveness between semiconductor laser and a silica glass fiber, semiconductor laser, a lens, and the core of a silica glass fiber are aligned, and this module is assembled so that both joint power may serve as max.

[0003] By the way, the quartz system optical fiber with a lens which formed the direct lens section in the end face of a silica glass fiber is proposed recently. Since the end face of itself is equipped with the lens function, on the occasion of manufacture of the above-mentioned module, components mark can decrease, and, moreover, this silica glass fiber can reduce the man day of an alignment activity, and has the advantage of ~~\*\*~~(ing) to cost reduction.

[0004] The above-mentioned quartz system optical fiber with a lens is usually manufactured as follows. That is, carrying out local heating of the silica glass fiber 1 to which it exfoliated and the covering section was exposed with a heating means like a burner first, as drawing 1 showed, it pulls in the direction of arrow-head p of drawing, and a heating unit is extended. When the outer diameter of extension section 1a of a silica glass fiber is set to about 10 micrometers or less, Shinsaku Nobu business is stopped and a cutter cuts the part.

[0005] Subsequently, as drawing 2 showed, point 1b of the silica glass fiber after cutting is heated and fused by the burner. At this time, point 1b becomes the spherical surface with surface tension, consequently a lens function discovers it in this part. As drawing 3 showed, the quartz system optical fiber 1 with a lens is arranged to one side of standing ways 3, and the semiconductor laser chip 5 is arranged through a heat sink 4 on another side, and in combining this quartz system optical fiber 1 with a lens with semiconductor laser, it aligns lens section 1b and light source section 5a of a chip 5 so that it may become the same axle. Between the quartz system optical fiber 1 with a lens, and the semiconductor laser chip 5, about 20% of joint effectiveness is realizable with such an alignment mode.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, as for the between to the part which is not extended from lens section 1b at a tip, in the case of the quartz system optical fiber with a lens manufactured by the above-mentioned approach, an outer diameter changes in the shape of a taper. although this taper section 1c is based also on the conditions at the time of extension -- usually -- about several mm -- it is -- ~~\*\*\*\*\*~~ -- it is long.

[0007] therefore, the die length of the part projected even from the fixed part to the light source of the semiconductor laser chip 5 when the quartz system optical fiber 1 with a lens is fixed to one side of standing ways 3, as drawing 3 showed -- ~~\*\*\*\*\*~~ -- it becomes long. Therefore, for example, even when fine vibration joins standing ways 3, vibration of point 1b located in the condition of having aligned with light source section 5a of the semiconductor laser chip 5 may become large, and may cause a heart gap.

[0008] Moreover, in order that a setup of the conditions of the local heating to a silica glass fiber or extension conditions may take advanced skill to the above-mentioned approach, it is hard to be called approach of mass-producing a quartz system optical fiber with a lens by the stable yield. This invention solves the above-mentioned problem in the conventional quartz system optical fiber with a lens, and aims at offer of the approach of manufacturing the quartz system optical fiber with a lens with which the direct lens section is formed in the end face which there is no taper section of an optical fiber and lies at right angles to the direction of an optical axis of the cut optical fiber, and it.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, it sets to this invention. The quartz system optical fiber with a lens characterized by having the lens section from which the core of a truncated-cone configuration projects and changes to an end face at least is offered. Moreover, the edge surface part of the silica glass fiber which consists of the clad of the presentation with the larger etch rate when using a fluoric acid solution than a core and said core is immersed in a fluoric acid solution. The end face of said silica glass fiber is provided with the manufacture approach of the quartz system optical fiber with a lens characterized by making the core of a truncated-cone configuration project at least.

[0010] On the occasion of manufacture of the quartz system optical fiber with a lens of this invention, the following optical fibers are prepared first. That is, when the optical fiber is immersed in a fluororic acid solution, it is the optical fiber with which the etch rate of a clad becomes larger than the etch rate of a core. The following can be raised as such an optical fiber.

[0011] First, the first optical fiber constitutes a core from pure quartz glass ( $\text{SiO}_2$ ), and the clad which encloses the perimeter consists of glass of the presentation which doped the fluorine component to quartz glass. Moreover, as another optical fiber, it is a core to quartz glass  $\text{GeO}_2$ . It is what was doped and constitutes. In this case, a clad may be pure quartz glass and the fluorine component etc. may be doped.

[0012] In the former optical fiber, it is adjusted so that a proper difference may produce the edge surface part of this optical fiber in the etch rate of a clad and a core when immersed in fluororic acid, and a lens function with the proper truncated-cone configuration of the formed core may be demonstrated, but the amount of dopes of the fluorine component to a clad is adjusted so that it may not have a bad influence on the optical transmission property of an optical fiber at coincidence. Usually, it is desirable that it is about 0.3 – 0.4% with the refractive-index difference of a core and a clad.

[0013] In addition, a clad is replaced with a fluorine component, and the Lynn component may be mixed, or, in addition to a fluorine component, it may mix and form the Lynn component. for example, not quartz glass with a pure core but a fluorine component and  $\text{GeO}_2$ . When it is the presentation in which the germanium component [ like ] was mixed, within limits which do not have a bad influence on an optical transmission property, a clad may be resembled by the clad, many fluorine components may be mixed in it, and you may distinguish between the etch rate to fluororic acid between a core and a clad.

[ furthermore, ]

[0014] The same is said of the case of the latter optical fiber, and a difference proper to the etch rate of a core and a clad arises, and when immersed in the fluororic acid solution which mentions the edge surface part of this optical fiber later, the amount of dopes of the germanium component to a core is adjusted so that a lens function with the proper truncated-cone configuration of the formed core may be demonstrated. In this invention approach, such an optical fiber is cut first. Moreover, the cutting plane can be ground, for example and end-face processing can also be performed. A part for the edge surface part is immersed in a fluororic acid solution after it.

[0015] In the case of the former optical fiber, it is immersed in fluororic acid. As a fluororic acid solution, what diluted fluororic acid with water or ammonium fluoride is usually used. Although the fluororic acid concentration at that time is decided by relation with the etch rate of a clad or a core, it should just usually be about 10–50 mol %. If the end face of an optical fiber is immersed in a fluororic acid solution, since each of clads and cores is quartz glass, they will be etched. At this time, the etch rate of a clad is larger than the etch rate of a core, moreover, since etching advances where etching which progresses in the direction of a path of etching and an optical fiber which progresses in the direction of axial length of an optical fiber, and shortens an optical fiber, and makes an optical fiber thin is compounded, if predetermined time amount passes, in the end face of an optical fiber, a core becomes a truncated-cone configuration and it projects after all.

[0016] This condition is shown in drawing 4 . That is, a projection and its configuration set a truncated-cone configuration as the core of the clad 11 from which, as for end-face 10a of this optical fiber 10, end-face 11a is a smooth side, and this clad 11, and it consists of cores 12 which function as the lens section. And end-face 11a of a clad and end-face 12a of a core 12 are mutually parallel, and have become a smooth side.

[0017] Although the configuration of a truncated cone changes with the presentation of a core and a clad, the concentration of the fluororic acid solution to be used, etc. somewhat, when it, for example, consists of quartz glass with a pure core, the vertical angle of this truncated-cone configuration falls within the range of 100 degrees – 120 degrees. In the case of the latter optical fiber, it is immersed in the mixed water solution of fluororic acid and ammonium fluoride, and it makes a core a truncated-cone

configuration. If the ratio of concentration of ammonium fluoride is made high at this time, since the tilt angle (vertical angle) of the truncated cone formed will become small and the whole will become an acute configuration, a desired truncated-cone configuration can be made to a core by setting up this ratio of concentration suitably.

[0018]

[Example] It consisted of quartz glass with a pure core, the clad consisted of the quartz glass of the presentation which made pure quartz glass dope a fluorine, and the silica glass fiber whose core diameter is 9 micrometers and whose diameter of a clad is 125 micrometers was prepared. This optical fiber was cut at the longitudinal direction and the right angle.

[0019] Subsequently, a part for the edge surface part of the optical fiber was immersed in the fluoric acid water solution (room temperature) which diluted the fluoric acid water solution with die length of about 1mm to 50% with water 50% for about 15 minutes. The core 12 of a truncated-cone configuration as the vertical angle showed at 110 degrees by drawing 4 whose diameter of end-face 12a is 6 micrometers was projected and formed in the end face of an optical fiber. As drawing 3 showed, when this optical fiber was connected to the semiconductor laser chip 5, 60% or more of joint effectiveness was able to be acquired.

[0020]

[Effect of the Invention] If the end face of an optical fiber is immersed in a fluoric acid solution according to [ so that clearly / in the above explanation ] this invention approach, since the clad is etched earlier than a core, the part of a core carries out a truncated-cone configuration, and it projects in an end face. Therefore, the part of this projected core functions as a lens.

[0021] Since the activity which forms a lens should just be immersed in a predetermined time fluoric acid solution in the end face of an optical fiber, it is easier than the case where a lens is formed, and rich in mass-production nature with the conventional extension melting. Moreover, although the optical fiber of this invention was manufactured by extension melting, like, the taper section does not exist but the end face of an optical fiber has become the lens section as it is. Therefore, as drawing 3 showed, even when connecting the lens section with the semiconductor laser light source, even if the part which projects from the standing ways of an optical fiber is short, and ends, therefore has the vibration from the outside, its problem that a mutual axis shifts also decreases and it can raise joint effectiveness to coincidence sharply.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the condition of carrying out melting extension of the optical fiber.

**[Drawing 2]** It is the perspective view showing the condition of fusing the cutting section of an optical fiber and forming the lens section.

**[Drawing 3]** It is the perspective view showing the condition of connecting a quartz system optical fiber with a lens to a semiconductor laser chip.

**[Drawing 4]** It is the perspective view showing the end face of the quartz system optical fiber with a lens of this invention.

**[Description of Notations]**

**10 Silica Glass Fiber**

**10a The end face of a silica glass fiber 10**

**11 Clad**

**11a The end face of a clad 11**

**12 Core (Lens Section)**

**12a The end face of a core 12**

---

**[Translation done.]**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-242330

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 6/10  
6/32

識別記号

庁内整理番号

D 7036-2K  
9317-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-28835

(22)出願日 平成5年(1993)2月18日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 山根 基宏

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(72)発明者 多賀 吉春

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

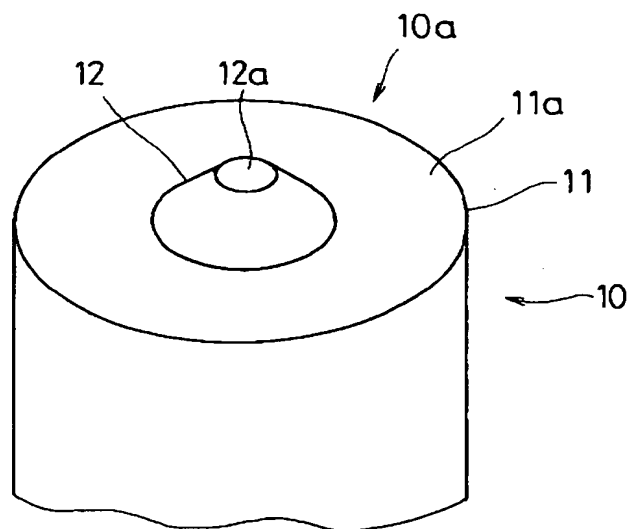
(74)代理人 弁理士 長門 侃二

(54)【発明の名称】 レンズ付き石英系光ファイバとその製造方法

(57)【要約】

【目的】 端面に円錐台形状のレンズが直接形成されていて、製造が容易なレンズ付き石英系光ファイバとその製造方法を提供する。

【構成】 このレンズ付き石英系光ファイバは、端面10aに、少なくとも円錐台形状のコア12が突出して成るレンズ部を有し、これは、コアと前記コアよりもフッ酸溶液を用いたときのエッチング速度が大きい組成のクラッドとから成る石英系光ファイバの端面部をフッ酸溶液に浸漬して、前記石英系光ファイバの端面に少なくとも円錐台形状のコアを突出させて製造される。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 端面に、少なくとも円錐台形状のコアが突出して成るレンズ部を有することを特徴とするレンズ付き石英系光ファイバ。

【請求項2】 コアと前記コアよりもフッ酸溶液を用いたときのエッチング速度が大きい組成のクラッドとから成る石英系光ファイバの端面部をフッ酸溶液に浸漬して、前記石英系光ファイバの端面に少なくとも円錐台形状のコアを突出させることを特徴とするレンズ付き石英系光ファイバの製造方法。

【請求項3】 前記コアが純粋石英ガラスにゲルマニウム成分をドーブして成り、前記フッ酸溶液が、フッ酸とフッ化アンモニウムとの混合水溶液から成る請求項2のレンズ付き石英系光ファイバの製造方法。

【請求項4】 前記クラッドが、フッ酸によるエッチング速度を大きくする元素を含有している請求項2のレンズ付き石英系光ファイバの製造方法。

【請求項5】 前記元素がフッ素または／およびリンである請求項4のレンズ付き石英系光ファイバの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、新規構造のレンズ付き石英系光ファイバとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光通信システムに組込む発光素子モジュールは、光源である半導体レーザと石英系光ファイバの間にそのレーザ光を石英系光ファイバのコアに集光するレンズを介挿することにより構成されている。このモジュールは、半導体レーザと石英系光ファイバとの間における結合効率を高くすることが必要であるため、両者の結合パワーが最大となるように半導体レーザとレンズと石英系光ファイバのコアとを調心して組立てられる。

【0003】ところで、最近では、石英系光ファイバの端面に直接レンズ部を形成したレンズ付き石英系光ファイバが提案されている。この石英系光ファイバは、それ自体の端面がレンズ機能を備えているため、上記モジュールの製造に際しては、部品点数が減少し、しかも調心作業の工数を低減することができ、コスト低減に資するという利点がある。

【0004】上記したレンズ付き石英系光ファイバは、通常、次のようにして製造されている。すなわち、まず、図1で示したように、被覆部を剥離して露出させた石英系光ファイバ1を例えばバーナのような加熱手段で局部加熱しながら図の矢印p方向に引張って加熱部を延伸する。石英系光ファイバの延伸部1aの外径が約10μm以下になった時点で延伸作業を停止してその部分を例えばカッターで切断する。

【0005】ついで、図2で示したように、切断後の石

2

英系光ファイバの先端部1bを例えばバーナで加熱して熔融する。このとき、先端部1bは表面張力によって球面になり、その結果、この部分でレンズ機能が発現する。このレンズ付き石英系光ファイバ1を半導体レーザと結合する場合には、例えば図3で示したように、固定台3の一方にレンズ付き石英系光ファイバ1を配置し、他方に放熱板4を介して半導体レーザチップ5を配置し、レンズ部1bとチップ5の光源部5aとを同軸となるように調心する。このような調心態様によって、レンズ付き石英系光ファイバ1と半導体レーザチップ5の間では、約20%程度の結合効率を実現することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記した方法で製造されたレンズ付き石英系光ファイバの場合、先端のレンズ部1bから延伸しない部分までの間はテーパ状に外径が変化する。このテーパ部1cは、延伸時の条件にもよるが、通常、数mm程度であり可成り長い。

【0007】したがって、図3で示したように、固定台3の一方にレンズ付き石英系光ファイバ1を固定した場合、その固定部から半導体レーザチップ5の光源にまで突出している部分の長さは可成り長くなる。そのため、例えば、固定台3に微振動が加わった場合でも、半導体レーザチップ5の光源部5aと調心された状態で位置している先端部1bの振動は大きくなり、芯ずれを起こす場合がある。

【0008】また、上記した方法は、石英系光ファイバへの局部加熱の条件や延伸条件の設定に高度の熟練を要するため、安定した歩留りでレンズ付き石英系光ファイバを量産できる方法とはいいがたい。本発明は、従来のレンズ付き石英系光ファイバにおける上記した問題を解決し、光ファイバのテーパ部がなく、切断した光ファイバの光軸方向と直交している端面に直接レンズ部が形成されているレンズ付き石英系光ファイバとそれを製造する方法の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明においては、端面に、少なくとも円錐台形状のコアが突出して成るレンズ部を有することを特徴とするレンズ付き石英系光ファイバが提供され、また、コアと前記コアよりもフッ酸溶液を用いたときのエッチング速度が大きい組成のクラッドとから成る石英系光ファイバの端面部をフッ酸溶液に浸漬して、前記石英系光ファイバの端面に少なくとも円錐台形状のコアを突出させることを特徴とするレンズ付き石英系光ファイバの製造方法が提供される。

【0010】本発明のレンズ付き石英系光ファイバの製造に際しては、まず、つぎのような光ファイバが用意される。すなわち、その光ファイバをフッ酸溶液に浸漬したときに、クラッドのエッチング速度がコアのエッチン



(3)

3

グ速度よりも大きくなるような光ファイバである。このような光ファイバとしては、次のようなものをあげることができる。

【0011】まず、最初の光ファイバは、コアを純粋な石英ガラス( $\text{SiO}_2$ )で構成し、その周囲を取り囲むクラッドは、石英ガラスにフッ素成分をドープした組成のガラスで構成したものである。また、別の光ファイバとしては、コアを石英ガラスに $\text{GeO}_2$ をドープしたもので構成したものである。この場合、クラッドは純粋の石英ガラスであってもよいし、また、フッ素成分などが

ドープされているものであってもよい。

【0012】前者の光ファイバにおいて、クラッドへのフッ素成分のドープ量は、この光ファイバの端面部をフッ酸に浸漬したときにクラッドとコアのエッチング速度に適正な差が生じて、形成されたコアの円錐台形状が適正なレンズ機能を発揮するように調節されるが、同時に、光ファイバの光伝送特性に悪影響を与えないように調節される。通常、コアとクラッドの屈折率差で0.3~0.4%程度であることが好ましい。

【0013】なお、クラッドは、フッ素成分に代えてリン成分を混入したり、またはフッ素成分に加えてリン成分を混入して形成してもよい。更に、コアが純粋の石英ガラスではなく、例えばフッ素成分や $\text{GeO}_2$ のようなゲルマニウム成分が混入された組成であった場合は、クラッドには、光伝送特性に悪影響を与えない範囲内で、クラッドによりに多くのフッ素成分を混入して、コアとクラッドとの間でフッ酸に対するエッチング速度に差をつけてもよい。

【0014】後者の光ファイバの場合も同様で、コアへのゲルマニウム成分のドープ量は、この光ファイバの端面部を後述するフッ酸溶液に浸漬したときにコアとクラッドのエッチング速度に適正な差が生じて、形成されたコアの円錐台形状が適正なレンズ機能を発揮するように調節される。本発明方法においては、まず、このような光ファイバを切断する。また、その切断面を例えば研磨して端面加工を行うこともできる。そののち、その端面部分をフッ酸溶液に浸漬する。

【0015】前者の光ファイバの場合は、フッ酸に浸漬される。フッ酸溶液としては、通常、フッ酸を水またはフッ化アンモニウムで希釈したものが用いられる。そのときのフッ酸濃度は、クラッドやコアのエッチング速度との関係で決められるが、通常、10~50モル%程度であればよい。光ファイバの端面をフッ酸溶液に浸漬すると、クラッド、コアはいずれも石英ガラスであるためエッチングされる。このとき、クラッドのエッチング速度はコアのエッチング速度よりも大きく、しかも、エッチングは、光ファイバの軸長方向に進んで光ファイバを短くするエッチングと光ファイバの径方向に進んで光ファイバを細くするエッチングとが合成された状態で進行していくので、結局、所定の時間が経過すると、光ファ

4

イバの端面には、コアが円錐台形状になって突出する。

【0016】この状態を図4に示す。すなわち、この光ファイバ10の端面10aは、端面11aが平滑面になっているクラッド11と、このクラッド11の中心に突出し、その形状は円錐台形状をし、レンズ部として機能するコア12とで構成されている。そして、クラッドの端面11aとコア12の端面12aは互いに平行であり、かつ平滑面になっている。

【0017】円錐台の形状は、コアとクラッドの組成や用いるフッ酸溶液の濃度などによって多少変化するが、例えば、コアが純粋の石英ガラスで構成されている場合には、この円錐台形状の頂角は、 $100^\circ \sim 120^\circ$ の範囲内におさまる。後者の光ファイバの場合は、フッ酸とフッ化アンモニウムの混合水溶液に浸漬して、コアを円錐台形状にする。このとき、フッ化アンモニウムの濃度比を高くすると、形成される円錐台の傾斜角(頂角)が小さくなり全体が先鋭な形状になるので、この濃度比を適宜に設定することにより、所望の円錐台形状にコアを仕上げるができる。

【0018】

【実施例】コアが純粋の石英ガラスから成り、クラッドが、純粋石英ガラスにフッ素をドープさせた組成の石英ガラスから成り、コア径が $9\mu\text{m}$ 、クラッド径が $125\mu\text{m}$ である石英系光ファイバを用意した。この光ファイバを長手方向と直角に切断した。

【0019】ついで、その光ファイバの端面部分を、約1mmの長さで、50%フッ酸水溶液を水で50%に希釈したフッ酸水溶液(室温)に約15分間浸漬した。光ファイバの端面には、頂角が $110^\circ$ で、端面12aの直径が $6\mu\text{m}$ である図4で示したような円錐台形状のコア12が突出して形成された。この光ファイバを、図3で示したように半導体レーザチップ5に接続したところ、60%以上の結合効率を得ることができた。

【0020】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明方法によれば、光ファイバの端面をフッ酸溶液に浸漬すると、クラッドはコアよりも早くエッチングされていくので、コアの部分が円錐台形状をして端面に突出する。そのため、この突出したコアの部分がレンズとして機能する。

【0021】レンズを形成する作業は、光ファイバの端面を所定時間フッ酸溶液に浸漬するだけでよいので、従来の延伸熔融によってレンズを形成する場合よりも簡単であり、量産性に富む。また、本発明の光ファイバは、延伸熔融で製造したもののようにはテーパ部は存在せず、光ファイバの端面がそのままレンズ部になっている。そのため、図3で示したように、レンズ部を半導体レーザ光源と接続する場合でも、光ファイバの固定台から突出する部分は短くてすみ、したがって、外部からの振動があっても、相互の軸芯がずれるという問題も少なく

(4)

5

り、同時に結合効率を大幅に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】光ファイバを熔融延伸している状態を示す斜視図である。

【図2】光ファイバの切断部を熔融してレンズ部を形成する状態を示す斜視図である。

【図3】レンズ付き石英系光ファイバを半導体レーザーチップに接続する状態を示す斜視図である。

【図4】本発明のレンズ付き石英系光ファイバの端面を

6

示す斜視図である。

【符号の説明】

10 石英系光ファイバ

10a 石英系光ファイバ10の端面

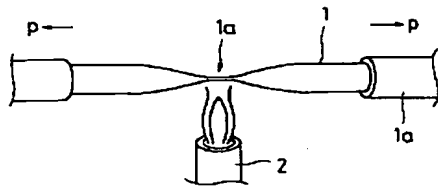
11 クラッド

11a クラッド11の端面

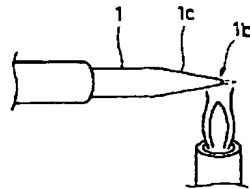
12 コア（レンズ部）

12a コア12の端面

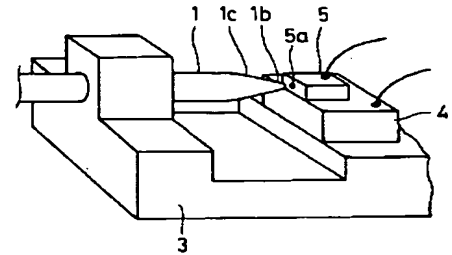
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

